

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-337371

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.Cl.

G01D 5/245

G01D 5/245

(21)Application number : 10-146410

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 27.05.1998

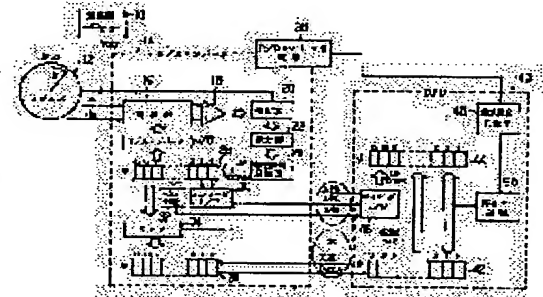
(72)Inventor : MATSUMOTO TADAICHI

## (54) ROTATION ANGLE DETECTING EQUIPMENT OF ROTARY MACHINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable rotation angle data to be calculated when the voltage of a power source of an R/D converter calculating rotation angle data from a resolver output once decreases to be lower than a specified value and then has returned to the specified value.

**SOLUTION:** An R/D(resolver/digital) converter 14 outputs an A-phase signal showing normal rotation of a rotary machine and a B-phase signal showing inverse rotation. The R/D converter 14 outputs data  $\phi$ , showing the rotation angle itself (absolute value). On the basis of the A-phase signal and the B-phase signal, a CPU 40 calculates a rotation angle as data  $\theta$ , and controls the rotary machine on the basis of the data  $\theta$ . After the voltage of a power source 38 for the R/D converter decreases lower than a specified value and then returns to a voltage higher than or equal to the specified value, the CPU reads the data  $\phi$  of the absolute value of the rotation angle, resets the data as the initial value of the data  $\theta$ . After that, similarly to the normal case, the data  $\theta$  are calculated on the basis of the A-phase signal and the B-phase signal, and the rotary machine is controlled.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.05.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-337371

(43)公開日 平成11年(1999)12月10日

(51)IntCl.<sup>6</sup>

G 0 1 D 5/245

識別記号

1 0 1

1 0 2

F I

G 0 1 D 5/245

1 0 1 K

1 0 2 T

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-146410

(22)出願日 平成10年(1998) 5 月27日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 松本 只一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

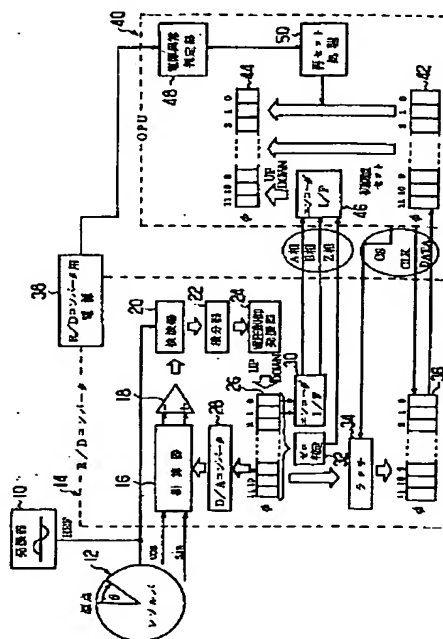
(74)代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54)【発明の名称】 回転機の回転角検出装置

(57)【要約】

【課題】 レゾルバ出力から回転角データを算出するR/Dコンバータの電源が、一旦所定値未満に低下した後、復帰した場合に、回転角データを算出できるようにする。

【解決手段】 R/D(レゾルバ/デジタル)コンバータ14は、回転機が正転しているか、逆転しているかを示すA相信号、B相信号を出力する。また、R/Dコンバータ14は、回転機の回転角そのもの(絶対値)を示すデータφを出力する。CPU40では、回転角をA相、B相信号に基づきデータψとして算出し、このデータψに基づき回転機を制御する。R/Dコンバータ用電源38の電圧が所定値未満に低下し、その後所定値以上に復帰した後、回転角の絶対値のデータφを読み込み、これをデータψの初期値として再セットする。以降、通常と同様にA相、B相信号に基づきデータψを算出し、回転機の制御を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転機の回転角に応じた信号を出力するレゾルバと、

前記レゾルバの出力信号に基づき、回転角が所定角度増加したか、減少したかを示す増減信号と、回転角の絶対値を示す信号とを出力するR/Dコンバータと、初期値として前記回転角の絶対値を読み込み、以降前記増減信号を累積して回転機の回転角を算出する手段と、前記R/Dコンバータの電源の電圧を監視し、電圧が所定電圧未満になった後所定電圧以上に復帰し、電圧復帰後所定時間経過後に、前記回転角の絶対値を読み込み、以降、前記増減信号を累積して回転機の回転角を算出するよう指示を行う手段と、を有する回転機の回転角検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レゾルバを用いて電動機などの回転機の回転角を検出する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】回転機のロータの回転角を検出するレゾルバが知られている。レゾルバで検出された回転角は、当該回転機の電流の制御などに用いられる。レゾルバの1次巻線に正弦波 $\sin \omega t$ の信号を入力すると、 $90^\circ$ の位相差をもって配置された二つの2次巻線には、それぞれモータ回転角 $\theta$ に応じて変調された信号 $\sin \omega t \sin \theta$ 、 $\sin \omega t \cos \theta$ が得られる。R/Dコンバータ（レゾルバ/デジタルコンバータ）は、前記のレゾルバ出力に基づき回転角 $\theta$ を算出し、これを出力する。特に、ある種のR/Dコンバータにおいては、回転角 $\theta$ が増加中（正転中）であるのか、減少中（逆転中）であるのかを示す信号と、回転角 $\theta$ そのものを示す信号の双方を出力するものが知られている。前者の出力を用いる場合は、所定角度回転することに回転角 $\theta$ を前記所定角度だけ増加もしくは減少させて、回転角 $\theta$ の算出を行っている。後者の出力を用いる場合は、出力の示す値そのものが絶対的な回転角 $\theta$ の値を示しているため、この出力の値をそのまま回転角 $\theta$ として用いればよい。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】回転機の制御に用いる回転角として、後者、すなわち回転角そのものの値（以下、絶対値と記す）を示す信号を用いる場合、回転機制御用のCPU（中央処理装置）の負担が大きくなる。CPUの負担を軽減するために、前者、すなわち回転角の増減の情報を示す信号により、基準値からの回転角変化を累積して推定した回転角 $\theta$ を用いる場合がある。しかし、この方法においては、単に回転角の変化のみの情報を用いているため、R/Dコンバータの電源電圧が所定値未満となった場合はもちろん、その後所定値以上に回復した場合にも回転角の算出を行えないという問題があった。すなわち、電源電圧が所定値未満である間、回転

角変化の信号が出力されないか、またはでたらめなものが出力されるために、算出した回転角と現実の回転角にずれが生じるという問題があった。

【0004】また、本発明は、R/Dコンバータ用電源の電圧が正常電圧未満に一旦低下し、その後復帰した場合にも、回転角を算出することができる装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するために、本発明に係る回転機の回転角検出装置は、回転機の回転角に応じた信号を出力するレゾルバと、前記レゾルバの出力信号に基づき、回転角が所定角度増加したか、減少したかを示す増減信号と、回転角の絶対値を示す信号とを出力するR/Dコンバータと、初期値として前記回転角の絶対値を読み込み、以降前記増減信号を累積して回転機の回転角を算出する手段と、前記R/Dコンバータの電源の電圧を監視し、電圧が所定電圧未満になった後所定電圧以上に復帰し、電圧復帰後所定時間経過後に、前記回転角の絶対値を読み込み、以降、前記増減信号を累積して回転機の回転角を算出するよう指示を行う手段と、を有する。

【0006】電圧が正常電圧に復帰した後、回転角の絶対値を読み込み、これを初期値とする。これによって、以後回転角の増減を累積して回転角を算出することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）を、図面に従って説明する。図1には、本実施形態の装置の概略構成が示されている。発振器10は参照信号 $\sin \omega t$ を出力し、これがレゾルバ12の1次コイルに印加される。レゾルバ12の $90^\circ$ の位相差をもって配置された二つの2次コイルには、電動機などの回転機の回転角 $\theta$ により参照信号が変調された電圧 $\sin \omega t \sin \theta$ 、 $\sin \omega t \cos \theta$ が発生し、これらがレゾルバ信号として出力される。なお、レゾルバ信号の処理において、位相のみが問題となるため、前記参照信号およびレゾルバ信号は、振幅を1として説明する。

【0008】レゾルバ信号は、R/Dコンバータ14に送られ、掛算器16でそれぞれ $\cos \phi$ 、 $\sin \phi$ を乗算し、減算器18で減算し、 $\sin \omega t \sin (\theta - \phi)$ を得る。位相差 $\phi$ については後述する。この信号と参照信号 $\sin \omega t$ が検波器20に入力され、検波器20は変調成分 $\sin (\theta - \phi)$ のみ出力する。積分器22は、検波器20の出力 $\sin (\theta - \phi)$ を積分し、この値が正の所定値を超えると、電圧制御発振器24は位相差 $\phi$ の値を増加させる指示を行う。また、積分器22の出力が、前記正の所定値と絶対値が等しい負の所定値未満であると、電圧制御発振器24は位相差 $\phi$ の値を減少させる指示を行う。

【0009】電圧制御発振器24の増加、減少指示によ

り、12ビットアップ/ダウンカウンタ26の値が増加、減少する。このカウンタ26に格納された値が位相差 $\phi$ を表し、この位相差 $\phi$ がD/Aコンバータ（デジタル/アナログコンバータ）28を介して、掛算器16に入力され、前述の演算が行われる。

【0010】以上の回路、すなわち掛算器16から減算器18、検波器20、積分器22、電圧制御発振器24、カウンタ26、D/Aコンバータ28までは、フィードバック回路を形成し、位相（ $\theta-\phi$ ）が0となるまで、すなわち回転角 $\theta$ とカウンタ26のカウント値 $\phi$ が一致するまで、演算を繰り返す。したがって、フィードバックが収束した後は、カウンタ26のカウント値 $\phi$ は、回転角 $\theta$ を表すものとなる。なお、このカウンタ値 $\phi$ の収束に要する時間は、本実施形態の場合、約1msである。

【0011】カウンタ26の下位の2ビットの出力に基づき、エンコーダI/F（エンコーダインタフェース）は、回転機の回転方向を表すA相信号とB相信号を出力する。これらの相信号は、互いに位相が90°ずれた方形波信号であり、A相の位相が進んでいる場合は回転機が正転していることを示し、逆にB相が進んでいる場合は逆転していることを示す。カウンタ値 $\phi$ がカウントアップまたはダウンされるごとにA相、B相信号が出力される。

【0012】カウンタ26の全ビットの出力はゼロ判定部32に送られ、カウンタ26がゼロになったことがここで判定されると、このゼロ判定部32からZ相を示す信号が出力される。このZ相信号は、回転機の1回転につき1回出力される。

【0013】一方、後述する回転機制御用のCPU40からラッチ信号CSを受けると、ラッチ回路34がこのときのカウンタ26の値 $\phi$ をラッチし、シリアルI/F（シリアルインタフェース）36に格納する。そして、CPU40からのクロック信号CLKに従ってシリアルI/F36からデータを出力する。

【0014】以上のR/Dコンバータ14は、R/Dコンバータ用電源38からの電力により駆動される。

【0015】回転機制御用CPU40は、シリアルI/F36からの出力を絶対値データ格納部42に格納する。格納されたデータは、ラッチ指示がなされたときのカウンタ値 $\phi$ であり、またこれは回転角 $\theta$ を表している。回転機の起動時にあっては、さらに絶対値データ格納部42のデータ $\phi$ を制御用データ格納部44に転送し、これが制御用回転角のデータ $\psi$ の初期値となる。シリアルI/F36からのデータの読み出しは、本実施形態において2msごとに行われ、絶対値データ格納部42に格納されたデータはこのたびに更新される。

【0016】一方、前述のA相、B相信号およびノースマーカを受けたCPU40のエンコーダI/F46は、A相、B相信号の位相に基づき制御用データ格納部44

に格納されたデータ $\psi$ の値を増加、減少させて更新する。すなわち、A相がB相に対して進んでいればデータ $\psi$ を増加させ、逆にB相が進んでいればデータ $\psi$ を減少させる。また、Z相信号が検出されると制御用データ格納部をクリアしデータ $\psi$ を0にする。各部が正常に機能すれば、カウンタ26のカウント値 $\phi$ 、制御用回転角データ $\psi$ は、現実の回転角 $\theta$ に実質的に一致する。そして、CPU40は、このデータ $\psi$ に基づき回転機の相電流の制御を行う。

【0017】このように、本実施形態においては、初期値のみシリアルI/F36から読み出せば、以後エンコーダI/F30とゼロ判定部32の出力のみで回転角 $\theta$ （＝データ $\psi$ ）を算出することができる。しかし、一旦、何らかの原因で制御用データ格納部44に格納されたデータ $\psi$ が、現実の回転角 $\theta$ からずれると、Z相信号が受信されるまで、このずれは修正されない。例えば、R/Dコンバータ用電源38の電圧が、このコンバータが正常に作動する電圧未満となった後、電圧が正常値に復帰しても、回転角のデータ $\psi$ が現実の回転角 $\theta$ からずれる。これは、電圧低下時にA相、B相信号が出力されないか、またはでたらめな値が出力されることによってずれが生じ、このずれが電圧復帰後も解消しないためである。

【0018】一旦低下した電圧が復帰することは、例えば、自動車に搭載された補機用バッテリーなどにおいて十分起こり得る。すなわち、本実施形態の制御対象が電気自動車一種であるハイブリッド自動車に搭載された電動機である場合、当該ハイブリッド自動車に搭載されるエンジンの出力により発電がなされ、これから前記補機バッテリーに充電がなされ、電圧が正常値に復帰する場合がある。このように、R/Dコンバータ用電源の電圧が一旦低下し、その後復帰することは、十分想定される事象である。

【0019】以上のような故障が生じた場合、これを検出するために、本実施形態には、電源異常判定部48と、再セット処理部50が設けられている。すなわち、CPU40は、R/Dコンバータ用電源38の電圧が、R/Dコンバータ14が正常に作動する電圧の範囲にあるかを判定する。この電圧の範囲は、通常あらかじめ設定された固定値である。電源38の電圧が、前記の電圧範囲でなくなったとき、すなわち所定の電圧値未満に低下したときに、回転機を停止制御する。このときは、ハイブリッド自動車であればエンジンのみで走行する。電源38の異常が解消されると、すなわち所定の電圧値以上に電圧が回復すると、絶対値データ格納部42に格納されたデータ $\phi$ を制御用データ格納部44に転送する、再セット処理がなされる。前述のように、絶対値のデータ $\phi$ は、約1msで回転角 $\theta$ を表すようになるので、その後前述の再セット処理を行えば、データ $\psi$ が回転角 $\theta$ を表すことになる。この時間遅れを考慮して、データ $\psi$

の再セットは、所定時間経過後に行われる。そして、これ以後は、通常の制御と同様、エンコーダI/F30の出力であるA相、B相信号と、Z相信号に基づき回転角データ $\psi$ の算出が行われ、これに基づき回転機の制御が実行される。

【0020】図2には、電源38の電圧が低下し、その後復帰したときの回転角を表すデータ $\psi$ の様子が表示されている。電源38の電圧が低下すると、A相、B相信号が不定となり、制御に用いられる回転角データ $\psi$ も不定となる(時刻 $t_1$ 以降)。また、絶対値データ $\phi$ も不定となる。電源電圧が回復すると(時刻 $t_2$ )、絶対値データ $\phi$ は、前述のフィードバック演算により収束し、回転角 $\theta$ を表すようになる。一方、データ $\psi$ は、現実の回転角 $\theta$ とはある偏差が生じる。所定時間経過後、再セット処理により、絶対値データ $\phi$ が制御用のデータ $\psi$ として読み込まれ(時刻 $t_3$ )、以後回転角 $\theta$ との偏差が解消する。

【0021】図3には、本実施形態の、電源復帰後の、回転機の制御用データ $\psi$ の再セットに関するフローチャートが示されている。この処理は定期的に行われる。R/Dコンバータ用電源38の電圧が所定値以上であるかが判断され(S100)、所定値未満であれば、異常判定がなされ、電源復帰に関するディレイカウンタTdが所定の値にセットされる(S102)。ディレイカウンタTdは、電源復帰後、所定時間経過後に再セット処理を行うためのものであり、後述するようにディレイカウンタTdは減算され、0になったときに再セット処理がなされる。ステップS102にて、電源復帰カウンタTdがセットされた後、本フローを抜け、所定時間後再び本フローが実行される。

【0022】ステップS100で電源38の電圧が所定値以上、すなわち正常であると判断されると、ディレイカウンタTdが0であるかが判断され、0でなければ、まだ再セット処理を行うまでの所定時間が経過していな

いため、本フローを抜ける。一方、ステップS104でディレイカウンタTdが0ではないと判断されれば、ディレイカウンタTdのデクリメントを行う(S106)。デクリメント後、ディレイカウンタTdが0かが判断され、0でなければ、所定時間が経過していないため、本フローを抜ける。0であれば、制御用データ格納部44に絶対値データ格納部42のデータ $\phi$ を転送し、これを制御用の回転角データ $\psi$ とする再セット処理が実行される(S110)。

【0023】このように、電源38の電圧が異常となったとき設定されたディレイカウンタTdは、電源が正常に復帰すると、デクリメント、すなわち順次減算がなされ、ディレイカウンタTdが電源復帰後最初に0となったときのみ再セット処理が実行される。

【0024】以上のように、R/Dコンバータ用電源38の電圧が一旦低下し、その後復帰した後所定時間経過後に、回転角の絶対値データ $\phi$ で、回転角の増減情報を基に累積値として算出している回転角のデータ $\psi$ の初期セットを再度行うことで、復帰後再び回転機の制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【図2】 回転機の正転、逆転の情報に基づき算出された回転角のデータ $\psi$ と、回転角の実際の値を示すデータ $\phi$ の、異常発生時および復帰時の変化を示す図である。

【図3】 本実施形態の制御フローを示すチャートである。

【符号の説明】

12 レゾルバ、14 R/Dコンバータ、26 アップ/ダウンカウンタ(カウンタ)、40 CPU、42 絶対値データ格納部、44 制御用データ格納部、48 電源異常判定部、50 再セット処理部。

【図2】

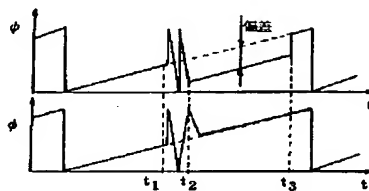




Figure 1 is a block diagram of a vector control system for a motor. The system includes a reference signal generator (10) providing a reference (REF) to a feedback loop (14). A motor (12) provides feedback signals (cos, sin) to a coordinate converter (16). The converter outputs are processed by a multiplier (18), a gain block (20), an integrator (22), and a limiter (24). The output is then converted back to analog by a D/A converter (26). The system also includes a microcomputer (38) for R/D conversion, a motor driver (40) with an inverter (42) and a motor (44), and a feedback loop (46) with a feedback signal (48) and a feedback gain (50).

```

graph TD
    Start([定期処理開始]) --> S100{R/Dコンバータ電源正常?}
    S100 -- N --> S102[ディレイカウンタ ← Td]
    S100 -- Y --> S104{ディレイカウンタ Td = 0?}
    S104 -- Y --> S102
    S104 -- N --> S106[ディレイカウンタデクリメント  
Td = Td - 1]
    S106 --> S108{ディレイカウンタ Td = 0?}
    S108 -- N --> S102
    S108 -- Y --> S110[制御用データ ψ  
再セット処理]
    S110 --> Return([リターン])
    S102 --> Return

```

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**